

Література

1. Курс інженерної геодезії. Під ред. В.Е.Новака. М: Надра, 1989. 430 с.
2. Кулешов Д. А., Стрельников Г. Е. Інженерна геодезія для будівельників. М: Надра, 1990. 256 с.
3. Ратушняк Г.С., Панкевич О.Д., Лялюк О.Г. Інженерні вишукування: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2009. 150 с.

АЛГОРИТМ ОБРОБКИ ДАНИХ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ

Столяров В.О., Мазняк А.О.

(науковий керівник к.т.н., доц. Урдзік С.М)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В даний момент мобільне лазерне сканування стає дуже популярною темою при замовленні проектно-вишукувальних робіт в дорожній сфері. Достатньо велика кількість проектних організацій засвоїли технологію виконання мобільного лазерного сканування. В той же час, виконання сканування та отримання хмари точок – це лише початок довгого шляху проектування автомобільної дороги.

Програмні продукти, що застосовуються при технології лазерного сканування, залежно від їхнього функціонального призначення можна розділити на наступні групи: керуюче програмне забезпечення, програмне забезпечення для створення єдиної точкової моделі, програмне забезпечення для побудови тривимірних моделей і двовимірних креслень за даними сканування і комплексне програмне забезпечення.

Таблиця 1 – Класифікація програмних продуктів, що застосовуються при наземному лазерному 3D-скануванні, за функціональним призначенням

Програмне забезпечення	Призначення
Керуюче програмне забезпечення	Керування сканером для завдання роздільної здатності сканування, сектору сканування шляхом візуального вибору об'єктів, режиму сканування, режиму роботи цифрової камери; візуалізація сканів у режимі реального часу; контроль отриманих результатів; налаштування і калібрування сканера; тестування сканера, виявлення можливих несправностей; облік помилок, пов'язаних із впливом зовнішніх умов навколишнього середовища; об'єднання сканів; зовнішнє орієнтування сканів; експорт результатів сканування.
Програмне забезпечення для створення єдиної точкової моделі	Об'єднання сканів; зовнішнє орієнтування сканів; редагування точкової моделі; сегментування і розрідження; візуалізація точкової моделі; експорт і друк.
Програмне забезпечення для побудови тривимірних моделей і двовимірних креслень за даними сканування	Створення по масиву точок нерегулярної триангуляційної мережі (TIN) і NURBS-поверхні; редагування TIN; створення моделі об'єкта за допомогою геометричних примітивів; профілювання; побудова креслень; проведення вимірів (довжин, діаметрів, площ, об'ємів об'єктів); візуалізація побудованої моделі; автоматизовані механізми створення креслень; побудова ізоліній; можливість порівняння побудованої моделі із проектною; текстурування тривимірної моделі; експорт і друк результатів обробки даних наземного лазерного сканування.
Комплексне програмне забезпечення	Всі функції керуючого програмного забезпечення; створення точкової моделі; побудова тривимірних моделей і двовимірних креслень по даним наземного лазерного сканування.

У різних керуючих програмних продуктах візуалізація сканів здійснюється в 2D або 3D режимі. Дана функція дозволяє в on-line режимі контролювати процес зйомки (якість і детальність) і визначати «мертві» зони при скануванні.

Облік метеорологічних параметрів і введення параметрів калібрування наземного лазерного сканування є дуже важливими функціями при виконанні високоточних робіт за допомогою лазерних сканерів, тому що дозволяють виключити помилки сканування, викликані впливом атмосфери, і інструментальні похибки приладу.

У перших версіях багатьох керуючих програмних продуктів не були реалізовані алгоритми зовнішнього або взаємного орієнтування сканів, що викликало певні труднощі при подальшому використанні результатів сканування. У цьому випадку для приведення сканів у задану систему координат необхідно було виконати експорт отриманих сканерних даних в інші програмні продукти, що вимагало значних тимчасових витрат. У наш час зовнішнє орієнтування сканів виконується в керуючому програмному забезпеченні. Крім того, деякі виробники пропонують додаткові модулі до керуючого програмного забезпечення для зрівнювання сканів. У наш час найбільш потужним програмним продуктом для обробки даних наземного лазерного 3D-сканування з метою побудови тривимірних моделей є програмне забезпечення «CycloneSCAN». Основна частина робіт у технології побудови тривимірних моделей об'єктів ситуації і рельєфу по даним наземного лазерного сканування припадає на камеральну обробку результатів зйомки, виконаної за допомогою наземного лазерного 3D-сканування.

Програмне забезпечення «CycloneSCAN» призначене для побудови тривимірних моделей у вигляді геометричних примітивів, Mesh-поверхні, а також структурних ліній об'єктів. Крім того, у цьому

програмному продукті реалізовані функції, що дозволяють створювати векторну модель у вигляді плоских креслень. Для побудови тривимірних векторних моделей у програмному забезпеченні «CycloneSCAN» використовуються наступні режими: автоматичний; напівавтоматичний; інтерактивний. Сутність даних режимів для побудови тривимірних векторних моделей полягає в наступному.

Автоматичний режим побудови тривимірної моделі об'єкта. При використанні даного режиму виконується аналіз точкової моделі навколо обраної точки, на основі чого здійснюється вбудовування геометричного примітива в масив точок. Реалізація даної функції в програмному продукті «CycloneSCAN» полягає в наступному. На першому етапі за допомогою функції Create Object→Region Grow виділяється масив точок і вказується тип примітива, що вбудовується. Потім виводиться вікно з розрахованими параметрами примітива, а на точковій моделі в білий колір розфарбовуються точки, прийняті в обробку. У вікні приводяться кількість точок, прийнятих в обробку при побудові примітива, його геометричні параметри, середня квадратична помилка вписування і час виконання розрахунків.

Програмне забезпечення «CycloneSCAN» дозволяє операторові при вбудовуванні геометричного примітива втручатися в роботу алгоритму. Шляхом пересування джойстиків можна змінити розмір вибірки, що брали участь в обробці, що створює зручність при роботі із програмою професіоналам, а наявність налаштувань « за замовчуванням» робить її зручною для новачків. У випадку задовільної якості вписування примітива створюється тривимірна модель об'єкта шляхом натискання кнопки ОК. З досвіду побудови тривимірних моделей об'єктів у програмному забезпеченні «CycloneSCAN» автоматичний режим слід використовувати для моделювання об'єктів, відсканованих з високою щільністю, і при обробці даних з

низьким рівнем «шуму». Автоматичний режим створення тривимірних моделей об'єктів є найбільш точним, тому що розмір і положення модельованого об'єкта обчислюються математично. Така процедура дозволяє добитися найбільш точного положення геометричного примітива в точковій моделі, однак іноді вона вимагає досить багато часу.

Напівавтоматичний режим побудови тривимірної моделі. Ця функція заснована на оцінці всієї точкової моделі, наявної у вікні перегляду даних наземного лазерного сканування (Model Space), і обчисленні параметрів геометричного тіла або примітива, що вписується в цю модель. Для тривимірного моделювання об'єкта із застосуванням цієї функції виконується наступний порядок дій. Спочатку за допомогою інструмента Polygonal Fence Mode виділяється масив точок, що належать об'єкту, і проводиться процес копіювання даних у нове вікно ModelSpace з використанням функції Copy Fenced to New ModelSpace. Потім віддаляються точки, що не ставляться до обраного об'єкта моделювання. Після цього за допомогою функції Create→Fit to Cloud вказується вид геометричного тіла або примітива, який необхідно вписати в масив точок. У результаті виконаних операцій буде побудована тривимірна модель об'єкта в напівавтоматичному режимі, приклад якої представлено на рисунку 1.

При використанні напівавтоматичного режиму побудови тривимірної моделі об'єктів оцінка якості моделювання проводиться візуально. Також можливий інший варіант технології побудови тривимірних моделей об'єктів у напівавтоматичному режимі.

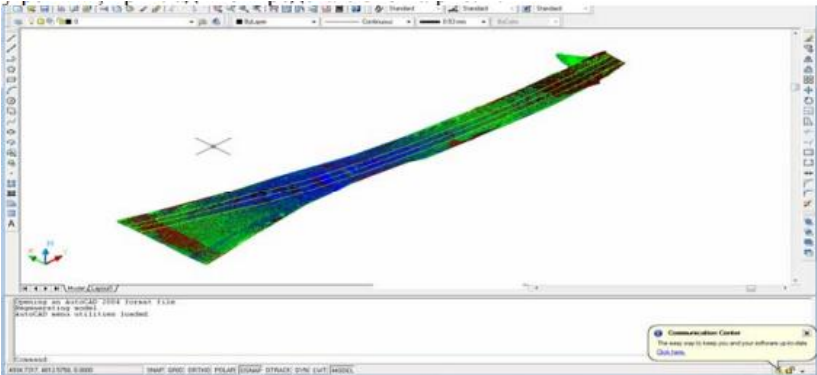


Рисунок 1 – Тривимірна модель проїзної частини автомобільної дороги

Висновки та напрямок подальших досліджень. Отже, концепція повної автоматизації при зборі просторових даних про об'єкти місцевості засобами лазерної локації дозволяє розв'язати дві основні проблеми будь-якого виробництва: підвищити продуктивність робіт, якість і надійність одержуваної продукції. Фактично, точність визначення координат точок місцевості з використанням наземних лазерних сканерів залежить в основному від характеристик приладу, тобто виключається ряд помилок при наведенні на марку, установці вішки, нумерації пікетів і т.п. Підвищення надійності результатів сканування обумовлене, насамперед, зниженням впливу людського фактора при роботі із приладом. При камеральній обробці матеріалів польових сканерних зйомок як і раніше більшу роль відіграє досвід оператора в інтерпретації великого об'єму даних лазерного сканування, і проблема автоматизації обробки цих даних стає головною. Однак у цьому напрямку ведуться активні розробки алгоритмів і програмних продуктів, що дозволяють спростити і автоматизувати камеральні роботи.

Література

1. «Вісник Криворізького національного університету»: Наукові періодичні видання ДВНЗ "КНУ" 2014, Вип. 37. 226 с.
2. Шануров Г.А. Геотроника. Наземные и спутниковые радиоэлектронные средства и методы выполнения геодезических работ: учебное пособие. Москва: ЧПП «Репрография» МИИГАиК, 2001. 136 с.
3. Лук'яненко М.А. Можливості використання супутникової апаратури вітчизняного виробника в геодезичних роботах. Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва: збірник наукових праць. Львів: 2001. 217 с.
4. Гусев В. Н. Основы наземной лазерно-сканирующей съемки: учеб. пособие /В. Н. Гусев, А.И. Науменко, Е. М. Волохов, В. А. Голованов. СПб.: Санкт-Петербургский гос. горный институт (Технический университет), 2007.

ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ ВОДНОТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Таєнко О.Ю., Мірошник Д.Ю.

(науковий керівник ас. Захарова Е.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Принципи проектування земляного полотна автомобільних доріг та критерії його міцності та стійкості сформулюються погодно-кліматичними факторами та природними умовами району будівництва. Дія природних факторів характеризується типом водно-теплого режиму для місцевості по якій проходить автомобільна дорога, тобто закономірністю зміни вологості й температури в